

Circuitos Receptores

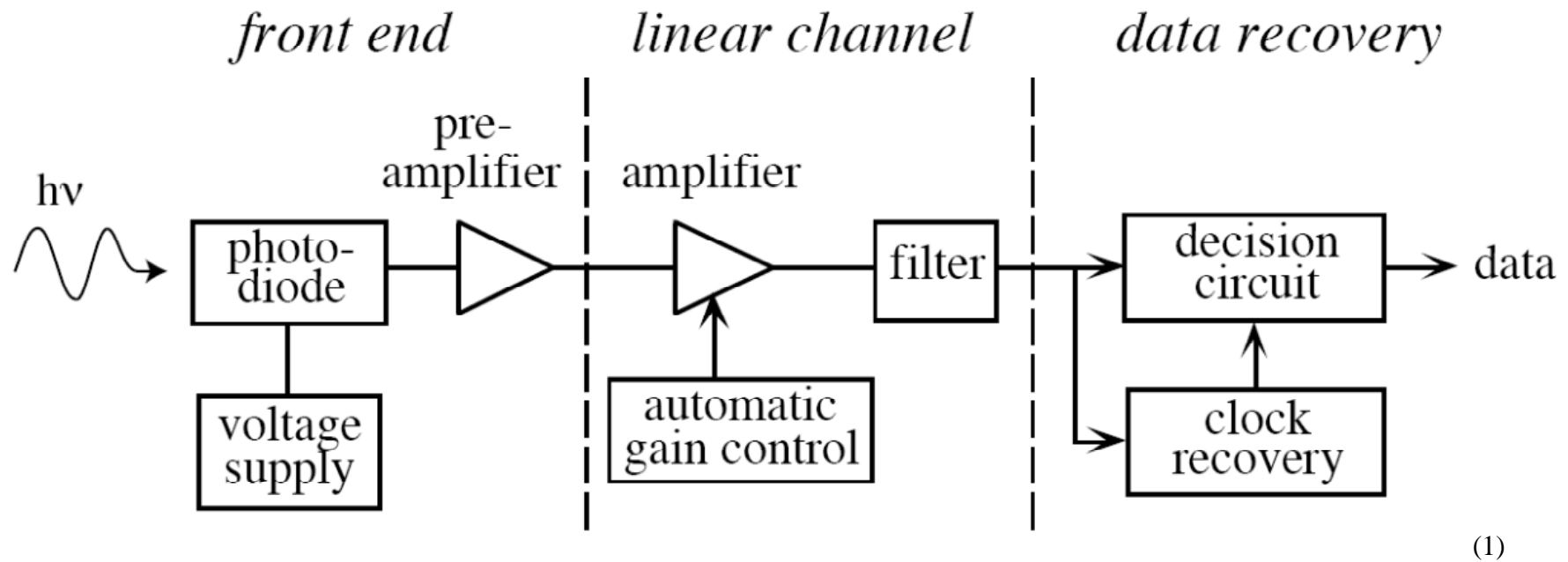
- 1- Front End
- 2- Característica $V - I$ del Fotodiodo
- 3- Circuito receptor básico
- 4- Configuraciones del preamplificador (front end)
- 5- Canal lineal
- 6- Recuperación de datos

Prof. Miguel A. Muriel

1- Front End

Convierte la señal óptica en eléctrica

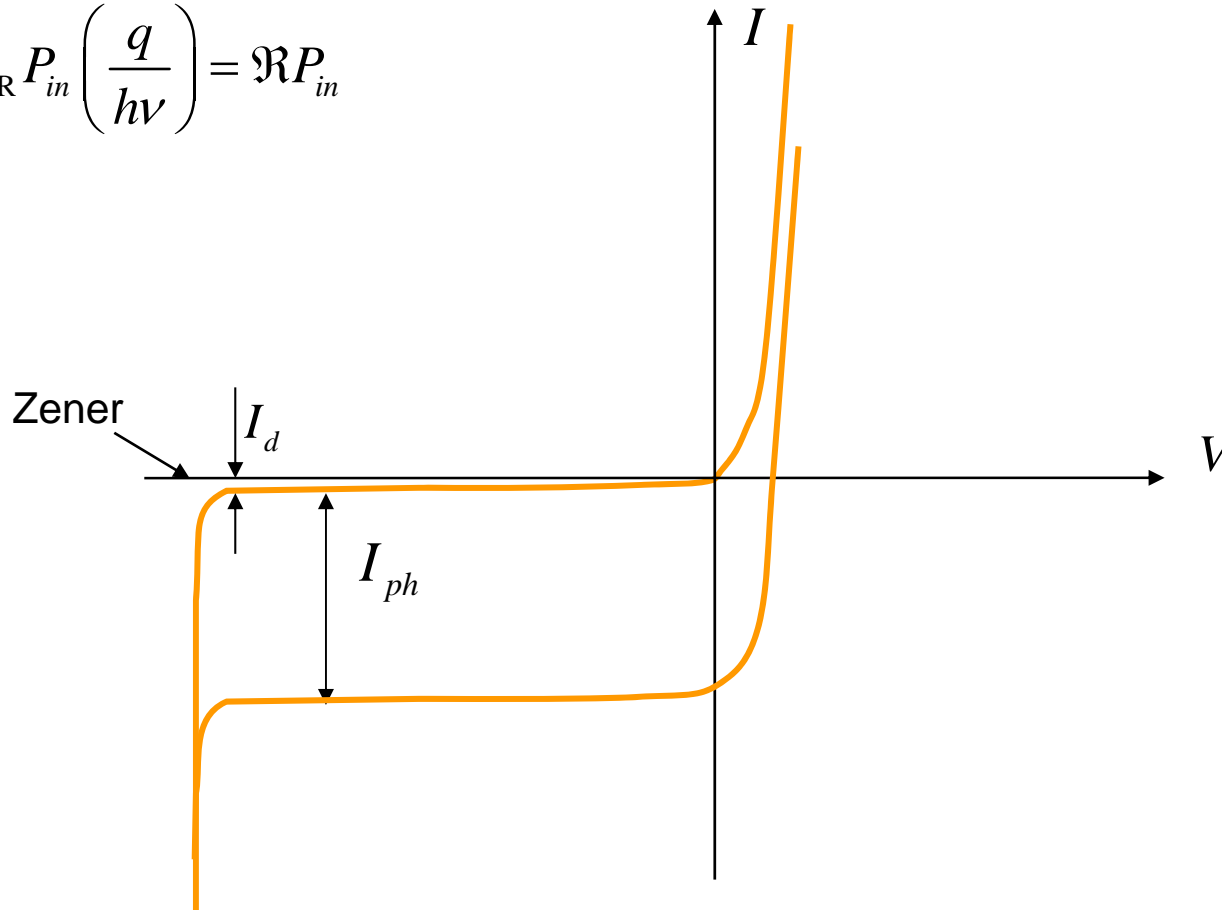
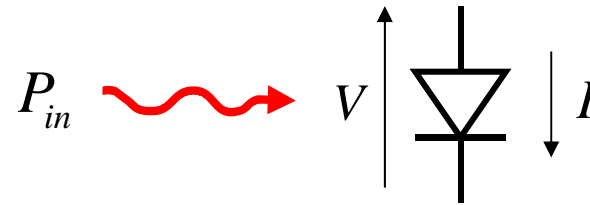
Compromiso entre velocidad y sensibilidad



2- Característica $V - I$ del Fotodiodo

$$I = \underbrace{I_d}_{\text{Corriente de oscuridad}} \left[e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right] - I_{ph}$$

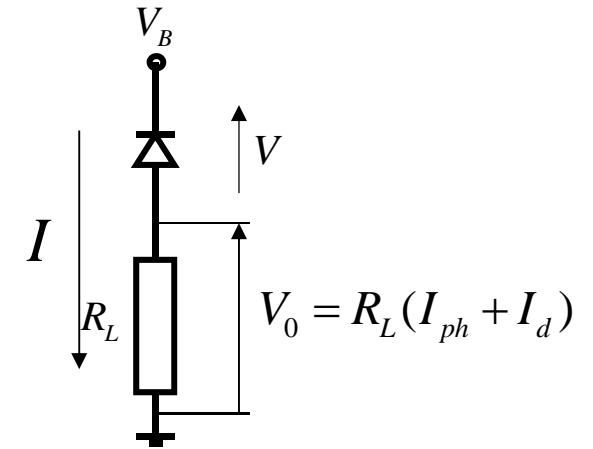
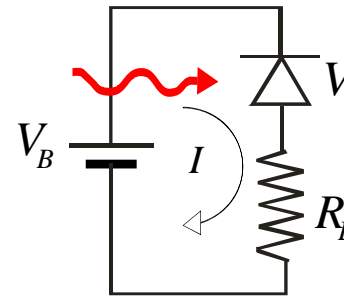
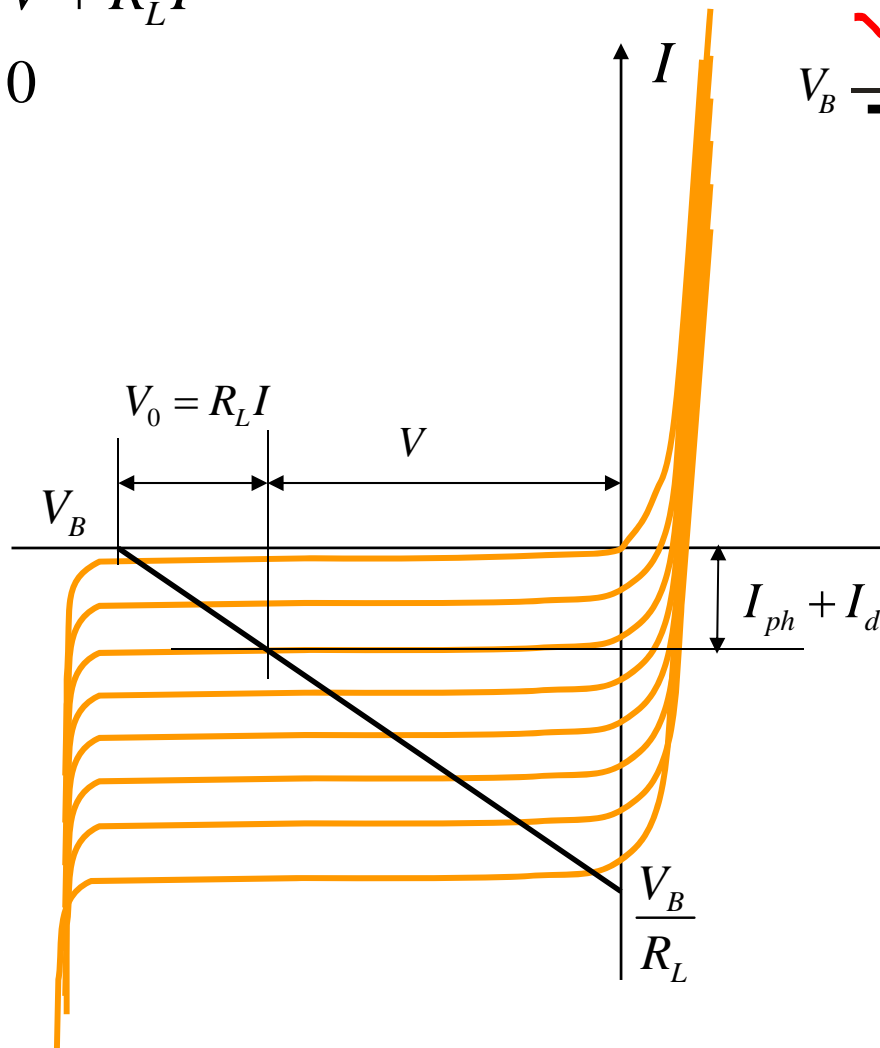
$$I_{ph} = \eta_R P_{in} \left(\frac{q}{h\nu} \right) = \Re P_{in}$$



3- Circuito receptor básico

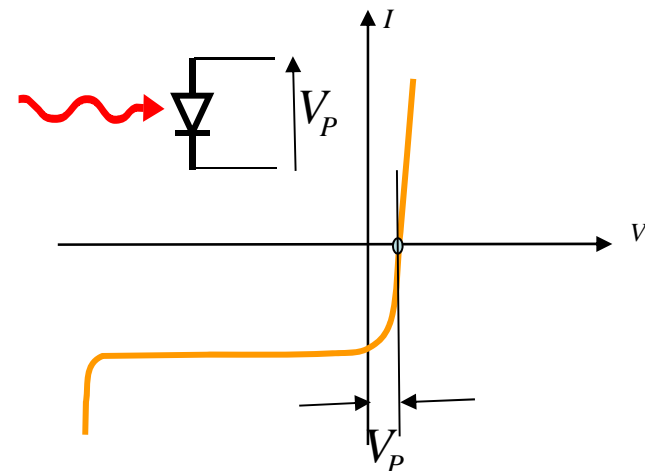
$$V_B = V + R_L I$$

$$I_d \sim 0$$

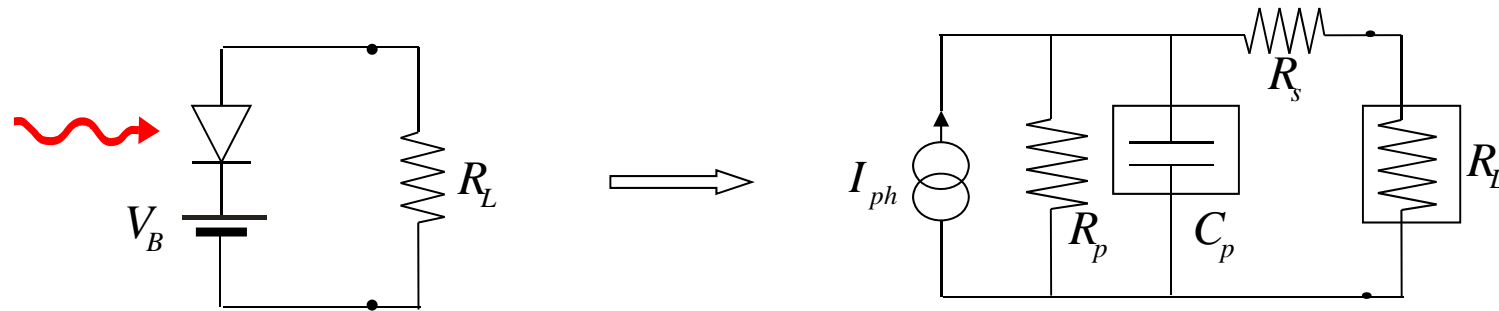


$R_L = 0 \rightarrow$ Modo fotoconductor

$R_L = \infty \rightarrow$ Modo fotovoltaico

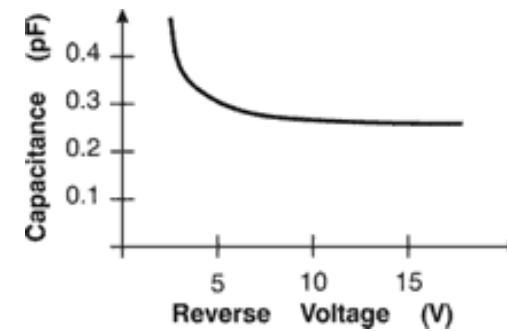


Circuito equivalente del fotodiodo



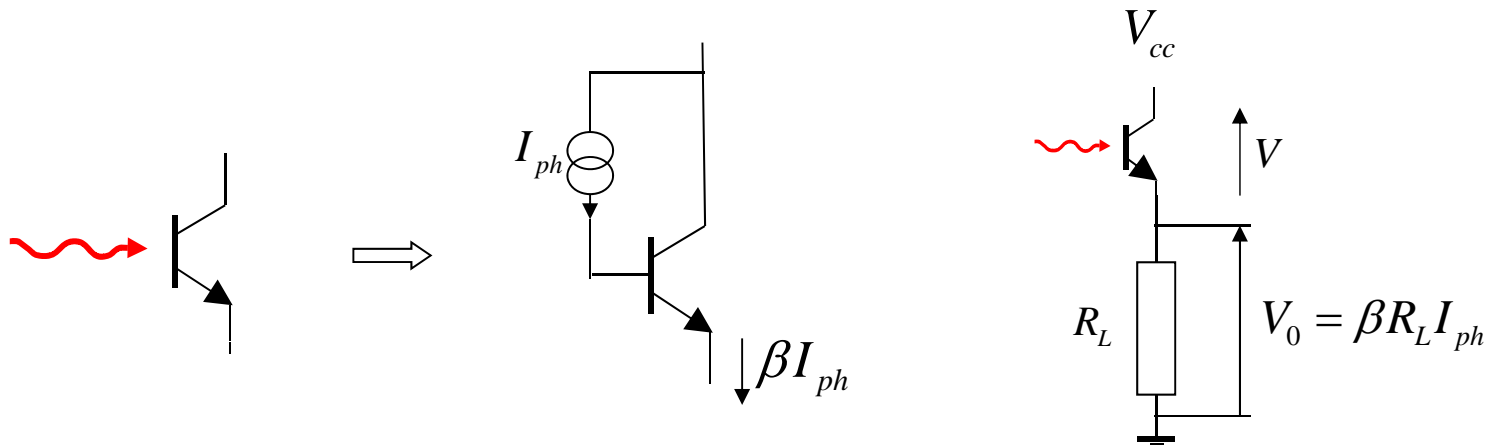
$$R_p \approx 10^9 \Omega \quad R_s \approx 10 \Omega \quad C_p(V) \approx 0,3 pF \quad (V \uparrow \rightarrow C_p \downarrow)$$

$$\Delta f = \frac{1}{2\pi R_L C_p}$$

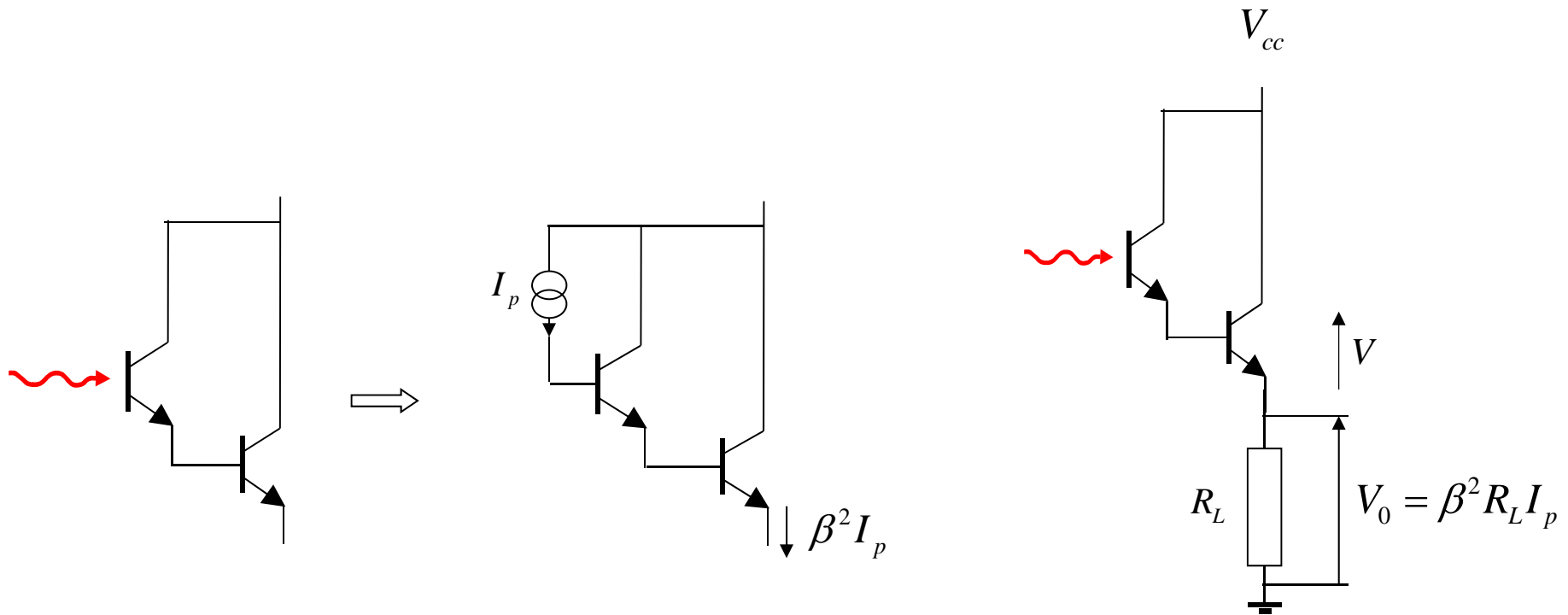


FotoTransistor

$$\beta \approx 100 - 1500$$



FotoDarlington



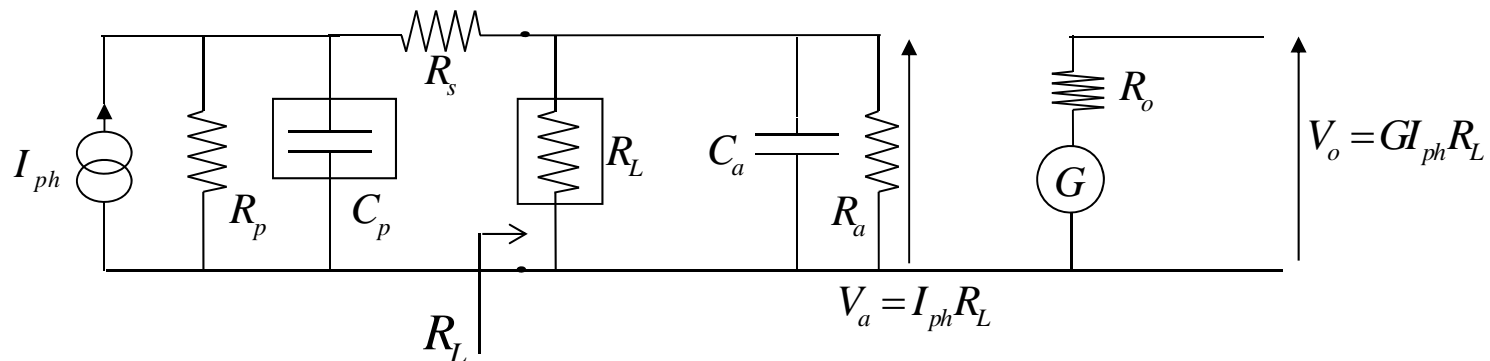
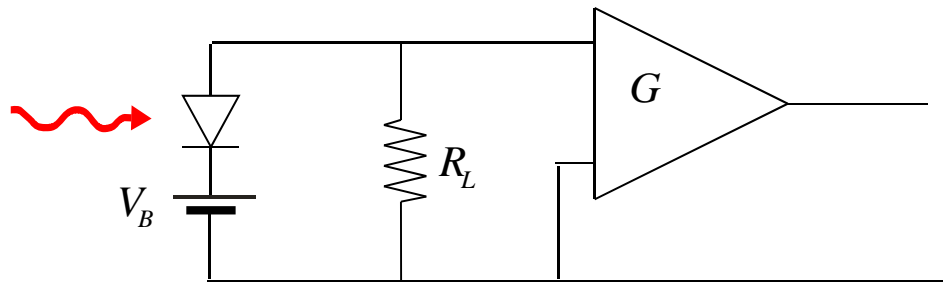
4- Configuraciones del preamplificador (front end)

1) Alta impedancia (High Impedance HZ) (Amplificador de tensión)

-Pequeño rango dinámico

-Alta sensibilidad $\rightarrow V_a = I_{ph} R_L \rightarrow \boxed{V_o = G I_{ph} R_L}$

-Bajo ancho de banda $\rightarrow \boxed{\Delta f = \frac{1}{2\pi R_L C_T}}$ $(C_T = C_{photodiode} + C_{amplifier}) \rightarrow$ Ecualización



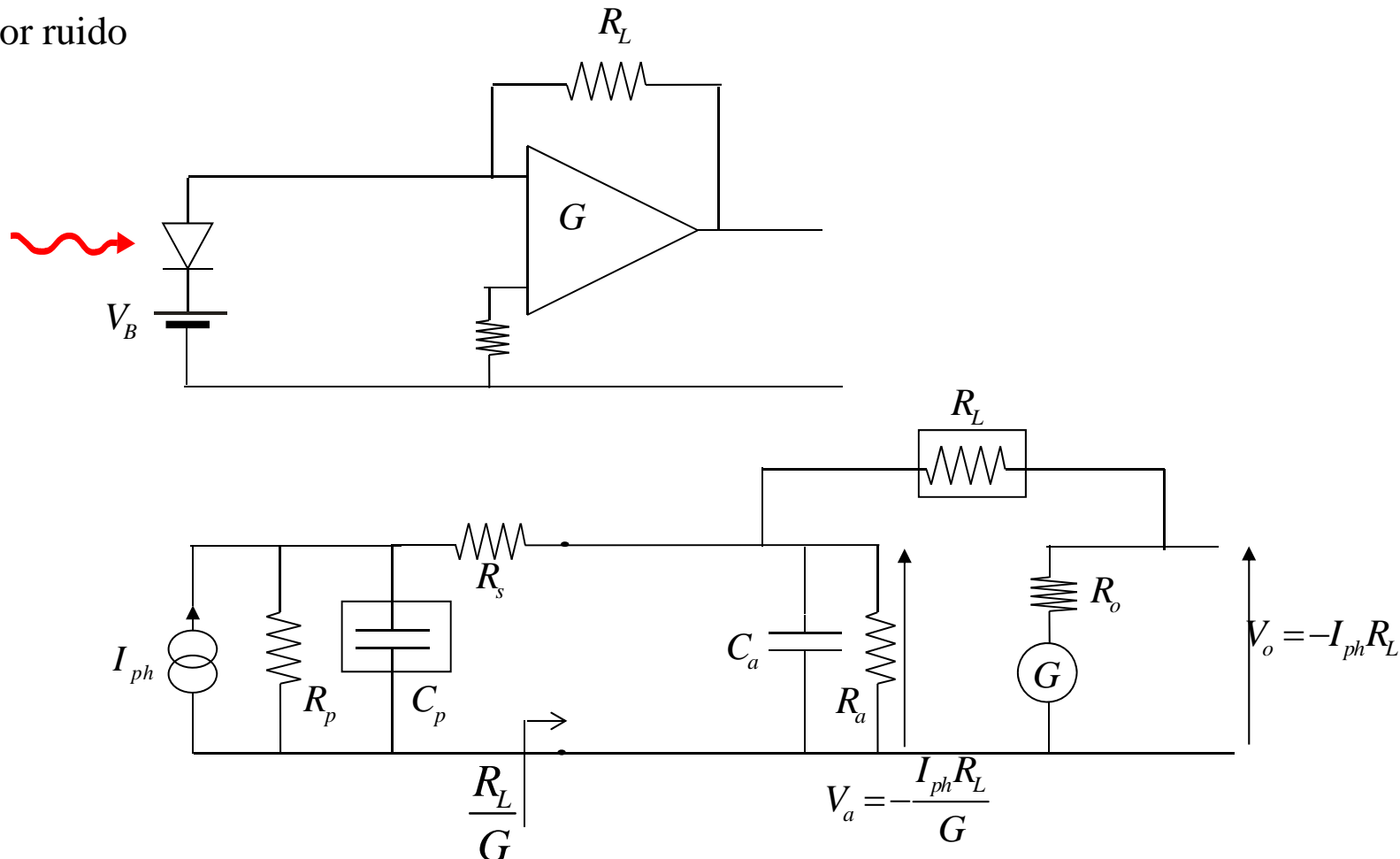
2) Transimpedancia (TZ) (El más utilizado en Comunicaciones Ópticas)

-Gran rango dinámico

-Alta sensibilidad $\rightarrow V_o = -I_{ph} R_L$

-Gran ancho de banda $\rightarrow \Delta f = \frac{G}{2\pi R_L C_T}$ ($C_T = C_{photodiode} + C_{amplifier}$) \rightarrow No necesita ecualización

-Mayor ruido



5- Canal lineal

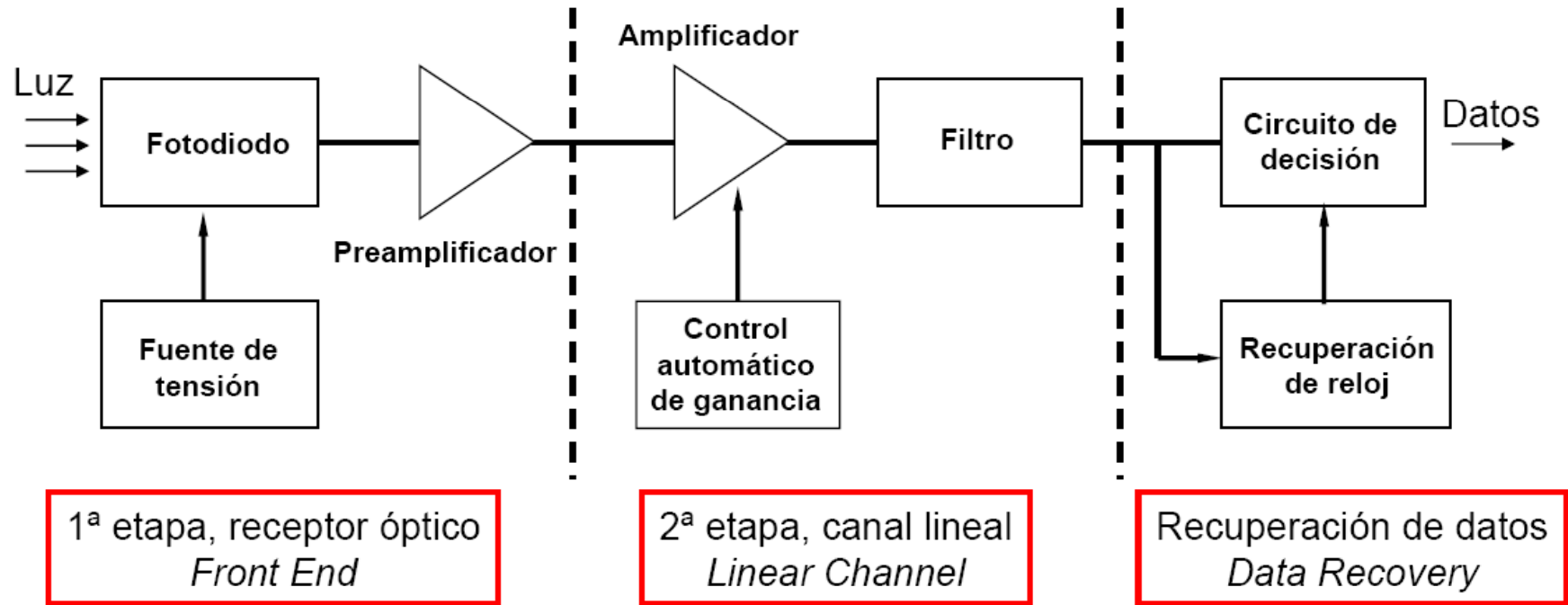
- 1) Ecualizador → corregir el ancho de banda del front end →
→ atenuar frecuencias bajas y resaltar altas
- 2) Amplificador con control automático de ganancia → Señal de entrada media al circuito de decisión, independiente de la potencia media optica
- 3) Filtro paso bajo → reducir el ruido sin introducir mucha interferencia intersímbolos (ISI)

$H_T(f)$ = Preamplificador+Amplificador+Filtro paso bajo → Canal lineal

$H_{ph}(f)$ = Fotodiodo

$$\underbrace{H_{out}(f)} = H_T(f)H_{ph}(f)$$

Salida canal lineal
Entrada circuito decisión



$$H_{ph}(f)$$

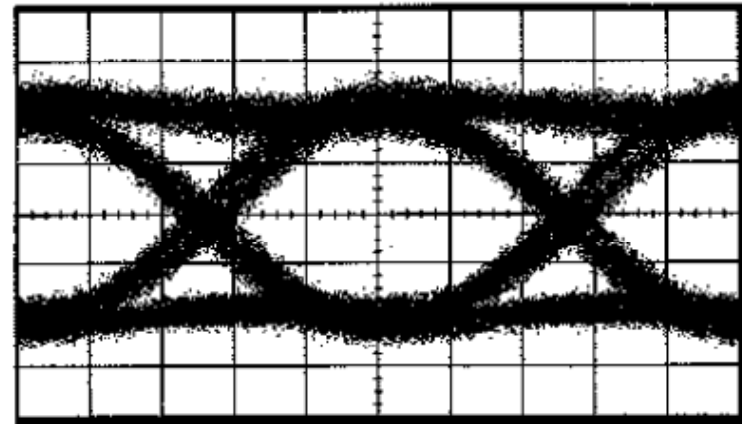
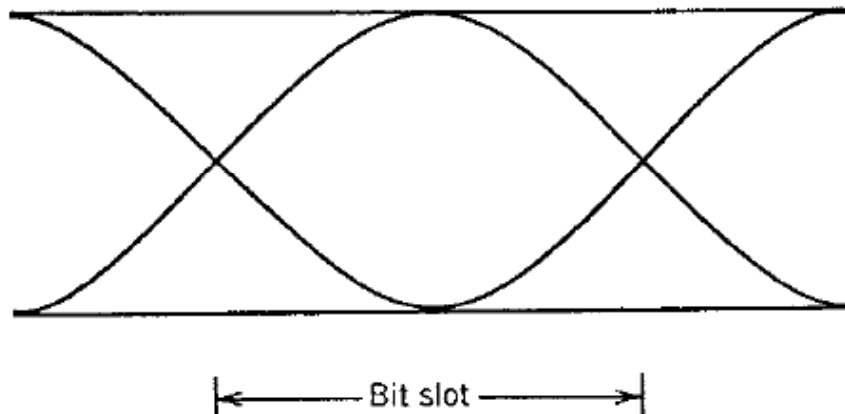
$$H_T(f)$$

$$ISI_{\text{minimizado}} \rightarrow \underbrace{H_{out}(f)}_{\substack{\text{Salida canal lineal} \\ \text{Entrada circuito decisión}}} = H_T(f)H_{ph}(f) = \begin{cases} \frac{1}{2}(1 + \cos(\frac{\pi f}{B})) & \rightarrow f < \Delta f \\ 0 & \rightarrow f \geq \Delta f \end{cases}$$

6- Recuperación de datos

1) Recuperación del reloj \rightarrow componente espectral $f = B = \frac{1}{T_B}$

2) Circuito de decisión \rightarrow compara la señal de salida del canal lineal con un nivel de referencia, en los tiempos de muestreo determinados por el reloj recuperado \rightarrow decide si la señal corresponde a un bit "1" o bit "0"



Ideal and degraded eye patterns for the NRZ format. (1)

(1) Agrawal, "Fiber-Optic Communication Systems", 3rd Ed., Wiley, 2002